

CDMA 단말기 RF 송신단의 Traffic Rho 성능 개선에 관한 연구

정희원 박희봉*, 황승훈*, 황금찬**

The Study on Improvement of Traffic Rho Performance in RF Transmitter of CDMA Handset

Hee-Bong Park*, Seung-Hun Hwang*, Keum-Chan Whang** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 CDMA 단말기의 전기적 성능에 관한 최소의 요구 사항을 명기한 IS-98B의 항목에서 CDMA 파형의 질(Waveform Quality)을 규정하는 항목인 트래픽로(Traffic Rho)가 최소 성능에 만족하지 않을 경우 CDMA 단말기에 나타나는 현상을 분석하고, CDMA 단말기 디자인시 단말기 송신부의 IF(Intermediate Frequency) 단에서 TX IF SAW FILTER의 매칭회로를 개선하고 송신단 전원인 3.0V_TX를 발생시키는 LDO(Low Dropout Regulator)의 노이즈 발생을 차단하여 트래픽로 문제 해결방법을 제안한다. 제안 방법을 적용한 후의 파형과 적용 전의 파형을 HP8924C와 HP8595E을 이용하여 비교하여 성능이 개선됨을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, the phenomenon to show in CDMA handset in case of which CDMA handset do not meet Traffic Rho value of IS-98B specifications, which have minimum requirements of CDMA handset about electrical performance is analyzed. This paper proposed method to improve Traffic Rho through improving the matching circuit of TX IF SAW FILTER and deleting noise of LDO(Low Dropout Regulator) to generate 3.0V_TX in TX block. HP8924C(CDMA Mobile Station Tester Set) and HP8595E(Spectrum Analyzer) measures the improved CDMA waveform.

I. 서론

CDMA 방식의 이동통신서비스는 우리 나라에서 처음으로 상용화된 이후 GSM과 더불어 단말기와 기지국 개발에 있어 괄목할만한 성장을 이루었으나, 단말기의 전기적 성능을 개선하는 방식에 관련하여서는 많은 논문이 발표되지 않아 설계의 어려움을 겪고 있다. 이에 CDMA 단말기의 성능을 규정하는 즉, CDMA 단말기의 전기적 성능에 대한 최소의 요구를 규정하는 IS-98B^[1]에서 트래픽로가 규격에서

제한하는 값을 만족하지 못할 경우 CDMA 단말기에서 나타나는 현상을 분석하고, 단말기 디자인시 트래픽로가 근본적으로 해결되는 방법을 제안한다. 파형의 질을 나타내는 척도로는 트래픽로와 Frequency Error와 Transmit Error등이 있는데 이중 IS-98B의 TX 관련 CDMA 성능 체크 항목중 트래픽로를 중요시하는 이유는 인터피어런스 상황에서 동작되도록 설계된 CDMA 방식의 특성 때문이다^[2]. 즉, 주변 셀들이 동일하게 Loaded되어 있을때 셀 또는 섹터당 Limit User는 대략 32명 정도가 되며, 이때 CDMA 단말기의 송신기가 적절하지 못한

* LG정보통신 단말 연구소 (hbpark11@lgic.co.kr)

** 연세대학교 전기.컴퓨터공학과 (kcwhang@yonsei.ac.kr)

논문번호 : 00001-0105, 접수일자 : 2000년 1월 5일

인코딩이 된다면 다른 User들에게 노이즈를 상승시키는 효과를 가져오게 되며, Capacity가 떨어지게 된다. 파형의 질이란 이러한 경우를 방지하기 위해 IS-98B에서 측정하는 항목이며 규격에서 트래픽로는 0.944이상을 만족해야 한다. 즉, 트래픽로의 측정은 CDMA 단말기의 송신기에서의(단말기/기지국 포함) 모듈레이션 에러에 의해 증가되는 소위 아이패턴(EYE PATTERN)의 정확도를 측정하기 위해서 하는 것이며, 모듈레이션 정밀도에 관한 함수를 인덱스화 한 것이다. 트래픽 로가 "1"이라는 것은 완벽한 아이패턴을 갖는다는 것이며, 실측 시 보통 0.98~0.99값을 갖는다. 트래픽로의 값이 Ideal할 경우 "1"이나 실제로는 "1"에 얼마나 근접하는가가 중요한 요소이다. 그림1에서 정상적인 파형을 HP8595E)로 추출 한 것으로 트래픽 로가 문제가 없는 경우 그림에서 가리키는 곳의 평탄도가 Stable함을 볼 수 있다.

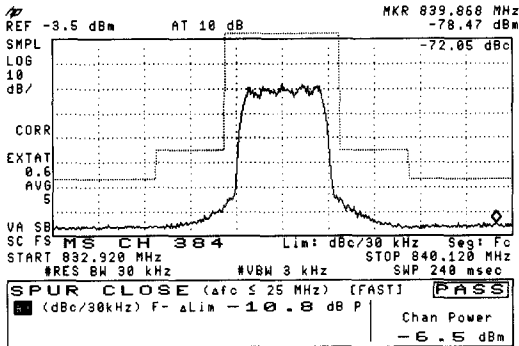


그림 1. 안정된 CDMA 파형

본 논문에서는 트래픽로값이 0.944이상을 갖지 못하고, CDMA 원래 파형에서 평탄도가 나쁜 경우의 원인을 분석하고 그 원인에 대한 해결책을 제안하고자 한다. 제2장에서는 단말기 설계시 트래픽로 값이 규격을 만족하지 못할 경우 단말기에 나타나는 현상을 분석하고, 트래픽로의 원인과 그에 대한 해결 방법을 제시하고 제3장에서는 해결에 대한 측정 결과를 스펙트럼 어널라이저로 비교하고 제4장에서 결론을 맺는다.

II. 트래픽로 성능

2.1 트래픽로값에 따른 단말기 현상

트래픽로가 0.944이상을 만족하지 못하면 완벽한 CDMA 파형이 아니므로 CDMA 신호를 통하여 전

달되는 각종 변복조 데이터가 제 값을 갖지 못해 기지국은 수신된 신호를 노이즈로 간주하여 CALL DROP현상이 발생하거나 통화 중 음질의 성능을 저하시킨다. 또한 파형의 평탄도가 떨어진 상태여서 단말기는 RF 노이즈원으로 작용하여 기지국에 노이즈로 작용한다.

2.2 트래픽로의 원인

CDMA 단말기에서 트래픽로값이 IS-98B의 규격치인 0.944이상을 갖지 못하는 이유는 여러 원인이 있는데 주된 이유로는 그림2의 CDMA 단말기의 송신단 블록 중 IF SAW FILTER의 GROUP DELAY특성에 의한 것과, 혹은 3.0V_TX를 발생시키는 전원의 노이즈에 의한 것이다. 본 논문에서 트래픽로의 해결 방안으로 TX단의 IF SAW FILTER 주변회로의 매칭⁽³⁾과 LDO의 3.0V_TX를 주목하는 이유는 CDMA TX 송신 시 CDMA 밴드폭 1.25MHz를 벗어나는 영역에서 발생하는 스푸리어스(SPURIOUS)노이즈⁽⁴⁾를 감쇄하기 위하여 IF SAW FILTER를 사용하게 되는데, 오히려 이의 사용으로 인하여 CDMA 파형이 필터를 통과하면서 UP-MIXER와 IFT (Intermediate Frequency Transmitter)의 상호간의 임피던스가 달라 이를 Balancing 해야 하므로 피크치의 파형을 뭉그러트리고, 트래픽로 값을 낮게 만들기 때문이다. 궁극적으로는 IFT의 출력 BALANCED 임피던스는 1K[ohm]이나 UP-MIXER의 입력 BALANCED 임피던스는 보통 50[ohm]으로 되어있어 UP-MIXER와 IFT 중간에 위치하는 IF SAW FILTER의 매칭값을 조절하는 것이다. 그래서 트래픽로를 해결하는 가장 중요한 것이 TX IF SAW FILTER의 매칭을 맞추어 주는 것이다. 매칭을 하는 이유는 삽입손실(INSERTION LOSS) 문제가 아니라 1.25MHz대역의 IF신호가 FILTER를 통과하는 시간 (GROUP TIME DELAY)을 최소화 또는 균등화 시켜 신호의 왜곡을 줄이기 위한 것이다. 3.0V_TX를 만들어내는 LDO는 송신단 전체에 사용되는 전원이므로 전원 자체가 깨끗하지 못하면 전원을 기반으로 동작되는 디바이스의 신호가 불안정하게 된다. LDO의 노이즈가 심하면 트래픽로뿐만 아니라 CDMA 단말기의 전기적 성능 전반에 문제를 야기한다. 그림2의 블록 다이어그램에서 송신단을 살펴보면 송신의 경우 IFT는 디지털 회로부의 메인 프로세서로부터 변조된 디지털 신호를 받아 디지털/아날로그 변환기 (ADC/DAC)에 의해 아날로그 신호로 바꾼후 기저

대역 신호를 생성한다.

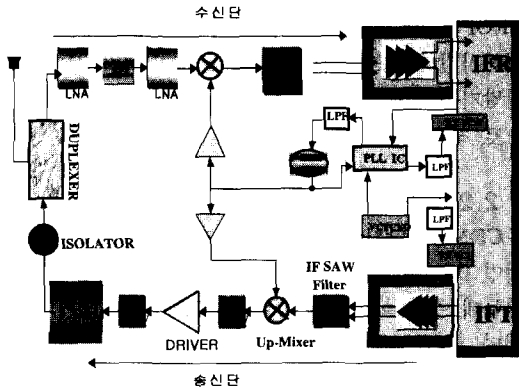


그림 2. CDMA 단말기 송신단 블록다이아그램

생성된 기저대역 신호는 IF신호로 바뀌고 이 신호는 IF SAW FILTER를 거쳐 UP-MIXER에 인가된다. 인가된 IF신호는 VCO의 신호와 혼합되어 RF신호로 바뀌고 전력증폭기(Power Amp)에서 증폭된 후 ISOLATOR, DUPLEXER를 거쳐 ANTENNA를 통해 기지국으로 보내진다.

2.3 트래픽로의 해결방안

본 논문에서 제안하는 첫째 방법은 TX IF SAW FILTER의 정합회로에서 GROUP DELAY를 없앨 수 있도록 종래의 많이 사용하는 정합회로에서 저항을 인덕터에 병렬로 추가 연결하고, 한 개의 캐패시터에 병렬로 한 개를 추가 시킨다. 사용하는 값은 HP8595E(스펙트럼 어널라이저)를 이용하여 파형과 HP8924C^[5]의 트래픽로값을 모니터링 하면서 0.944 이상의 값과 평탄도를 찾게 된다.

두 번째 제안하는 방법은 가장 안정적이어야 할 TX단의 전원인 LDO (LOW DROPOUT REGULATOR)가 저온이나 고온에서 노이즈를 발생시켜 송신단을 구성하는 디바이스들에 노이즈를 인가하여 트래픽로에 영향을 주게한다. 이런 상황은 주로 LDO의 출력단에 LOW ESR(Electrical Serial Resistance)의 TANTAL 캐패시터를 사용하지 않을 경우 저온에서 ESR 값이 상승하면 전압 레벨이 흔들려 노이즈를 유발한다. 일반적으로 LDO의 출력 캐패시터의 ESR값은 7[ohm]이하이어야 하나 잘못 사용하면 저온 -30도에서는 최대 10[ohm]이상 상승하여 LDO가 불안정한 영역에서 동작하는 현상이 발생하여 리플리제션비가 낮아져 노이즈가 발생한다. 따라서 문제 해결을 위하여 3.0V_TX단에 세라믹 캐패

시터 또는 LOW ESR용 TANTAL 캐패시터를 사용한다. LDO에서 발생 할 수 있는 내부의 위상 보정 증폭기의 발진현상이 있는데 이것은 그라운드 피드백 라인이 임피던스를 크게 갖으면 현상이 나타나는데 이것은 그라운드 피드백 라인을 최대한 짧게 하여준다.

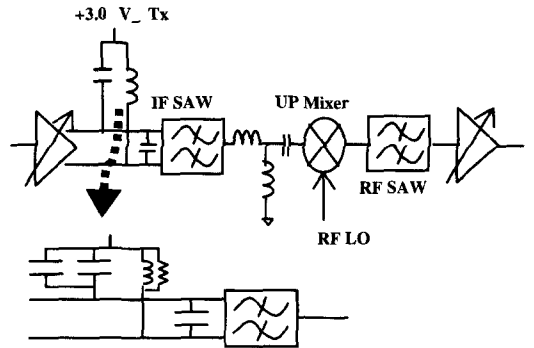


그림 3. TX IF SAW FILTER의 배칭

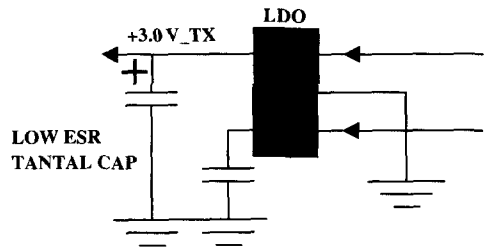


그림 4. 3.0V_TX 발생 LDO 회로

제안하는 결과를 적용하면 트래픽로가 0.98~0.99정도로 개선되었고 저온에서 0.97정도의 안정된 값을 나타낸다.

III. 실험 및 결과측정

트래픽 로를 측정 할 수 있는 환경은 그림5 구성과 같다. 0.944이상의 값은 HP8924장비를 통하여 얻을 수 있고 HP8924C에서 트래픽로 읽어내는 공식은 IS-98B의 규격집 12.4.2(Waveform Quality Measurement Equipment)에 명기되어 있다.

$$\rho = \frac{\sum_{k=1}^M |R_k Z_k^*|^2}{\sum_{k=1}^M |R_k|^2 \sum_{k=1}^M |Z_k|^2} \quad (1)$$

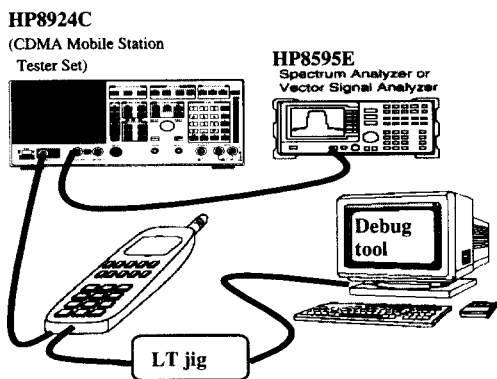


그림 5. CDMA단말기의 트래픽 로 측정환경

트래픽로가 IS-98B에 규정하는 최소 요구를 만족하지 못하면 아래의 그림처럼 파형이 일그러지게 된다. 파형은 정상적인 CDMA파형과 트래픽로가 문제인 경우를 동시에 표시하였다. 그림6과 그림7은 TX IF SAW FILTER의 매칭값이 정확하지 않을 경우의 파형이며, 그림8은 LDO가 잘못된 캐패시터를 LDO출력단에 사용 경우를 나타내는 파형이다.

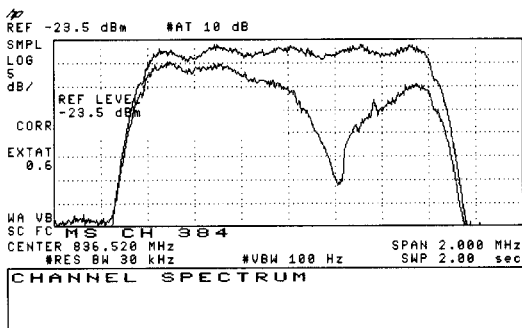


그림 6. TX IF SAW FILTER가 매칭이 된 CDMA파형 vs 미매칭된 CDMA파형

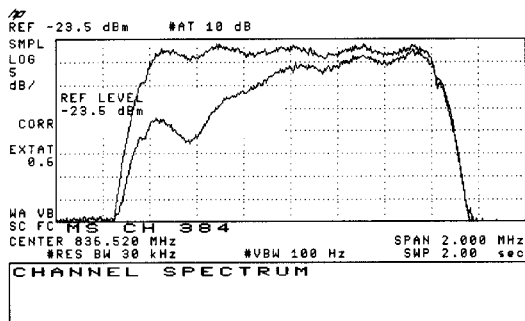


그림 7. TX IF SAW FILTER가 매칭이 된 CDMA파형 vs 미매칭된 CDMA파형

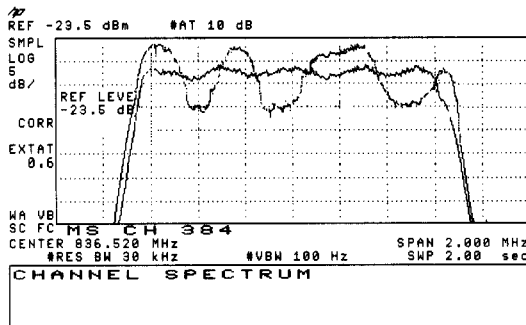


그림 8. 노이즈를 발생하는 LDO사용시의 CDMA 파형 vs 안정된 LCD사용시의 CDMA파형

IV. 결론

본 논문에서는 IS-98B에서 정하는 트래픽로에 대한 규정을 만족하지 못할 경우 CDMA 단말기에서 나타나는 현상을 분석하고, 문제 현상이 발생하거나 최소 요구를 만족하지 못할 경우 TX IF SAW FILTER의 매칭을 조절하여 UP-MIXER와 IFT의 임피던스의 밸런싱을 맞추어 해결하고, 또한 TX전원단의 LDO의 노이즈를 발생시킬 수 있는 요소를 LOW ESR의 TANTAL 캐패시터나 세라믹 캐패시터를 사용하여 해결하는 방법을 제안하였다. 해결방법을 적용한 결과는 HP8924C와 HP8595E를 사용하여 보였는데, 실험결과 트래픽로는 944이상의 값을 갖고, CDMA파형이 안정됨을 보여 성능을 보였다.

참고 문헌

- [1] TIA/EIA Engineering Standards Proposal Telecommunications Industry Association, 1995
- [2] CDMA통신, 대한전자공학회,1998
- [3] Microwave Filters, Impedance-Matching Networks, And Coupling Structures, Goerhaei,1980
- [4] Controlling Radiated Emmission By Design, Michael Mardiguan, 1992
- [5] CDMA Fundamentals, HP, 1999

박희봉(Hee-Bong Park)

정희원

1986년 2월: 연세대학교 전기 공학과 졸업

1986년 1월~1998년 12월: LG전자 중앙연구소

1995년 2월: 연세대학교 산업대학원 전기공학과 석사

1999년 1월~현재: LG정보 통신 단말(연)
<주관심 분야> CDMA, IMT-2000

황 승 훈(Seung-Hoon Hwang) 정회원
1992년 2월: 연세대학교 전기 공학과 졸업
1994년 2월: 연세대학교 전기 공학과 석사
 (통신시스템전공)
1999년 2월: 연세대학교 전기 공학과 박사
 (통신시스템전공)
1999년 3월~현재: LG정보통신 단말연구소 선임연
 구원
<주관심 분야> CDMA, IMT-2000

황 금 찬(Keum-Chan Whang) 정회원
1967년 2월: 연세대학교 전기 공학과 졸업
1979년 2월: Polytechnic Institute of New York,
 Ph.D.
1980년 9월~현재: 연세대학교 전기. 컴퓨터공학과
 교수
<주관심 분야> 이동무선통신, 대역확산통신, 탄성표
 면파 소자 및 그 응용분야